

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **77 196** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[B23H 7/12 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.05.2012)
Пошлина: учтена за 1 год с 16.05.2008 по 16.05.2009

(21)(22) Заявка: [2008119416/22](#), 16.05.2008(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.05.2008(45) Опубликовано: [20.10.2008](#) Бюл. № 29

Адрес для переписки:

622031, Свердловская обл., г. Нижний
Тагил, ул. Красногвардейская, 59,
Нижнетагильский технологический
институт УГТУ-УПИ (ф), директору В.Ф.
Пегашкин

(72) Автор(ы):

Астафьев Геннадий Иванович (RU),
Файншмидт Евгений Михайлович (RU),
Пегашкин Владимир Федорович (RU),
Пилипенко Владимир Васильевич (RU),
Воротников Владимир Ильич (RU),
Андрянов Андрей Владимирович (RU),
Пилипенко Василий Францевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет-УПИ" (RU)

(54) ИНСТРУМЕНТ ДЕФОРМАЦИИ С МНОГОСЛОЙНЫМ ПОКРЫТИЕМ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к электроэрозионным и электрохимическим методам обработки металлов и может быть использована для повышения износостойкости, восстановления размеров, упрочнения и повышения коррозионной стойкости любого инструмента, в частности инструмента деформации

Техническим результатом полезной модели является повышение работоспособности и эксплуатационной стойкости инструмента деформации.

Технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что на поверхность инструмента специальными электродами нанесено упрочняющее покрытие в виде трех легирующих электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют никелевый электрод, второй слой формируют из сплава, содержащего, масс. %:

никель 25-40, хром 20-30, углерод 0,08-0,22, железо - остальное, а для формирования третьего слоя в качестве материала электрода используют хром, при этом толщина первого слоя составляет 0,2-0,35, а толщина второго слоя 0,3-0,4 от общей толщины упрочненного слоя, кроме того электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 60-210 В, токе короткого замыкания 1,0-5,5 А, энергии импульсного разряда 1,5-8,5 Дж, частоте вибрации электрода-инструмента 50-200 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 150-450 с⁻¹ и амплитуде 10-110 мкм в течении удельного времени 1,5-8,0 мин/см², кроме того вибрирующий электрод обдувается охладителем, а в качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ.

Полезная модель относится к электрофизическим и электрохимическим методам обработки и может быть использована для повышения износостойкости, восстановления размеров, упрочнения и повышения коррозионной стойкости любого инструмента, в частности инструмента деформации.

Известен способ упрочнения инструмента из быстрорежущей стали, включающий насыщение из обмазки, содержащей, %:

ферротитан 50-60, карбид бора 20-30, краснокровяная соль 15-25, хлористый аммоний 2-3, и последующий трехкратный отпуск совместно с сульфидированием в герметическом муфеле в среде сульфата натрия при 550-570°C в течение 1 ч. Перед насыщением из обмазки инструмент шлифуют, затачивают и подвергают цементации при 980-1020°C с выдержкой в течение 1,5 ч. и охлаждением вместе с муфелем, состав обмазки разводят в этилсиликате до получения сметанообразной пасты, а в качестве ферротитана используют FeTi - 75 (П-2172360, 7 С23С 12/00, С23F 17/00, опубл. 2001.08.20).

Недостатком данного способа является его сложность воспроизводства и невысокая прочность сцепления наносимого покрытия с материалом инструмента.

Известны способы упрочнения инструментов, заключающиеся в том, что на предварительно подготовленную поверхность наносится износостойкое покрытие из нитрида титана, при этом образуется переходная зона между поверхностью инструмента и покрытием, величина которой влияет на сцепление покрытия с материалом инструмента (П-2062817, С23С 14/00, 14/26, опубл. 1996.06.27.).

Недостатком данного способа является то, что такой способ требует нагрева упрочняемого инструмента, а с ростом температуры увеличивается толщина переходной зоны, что приводит к снижению прочности покрытия.

Известен инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесение на нее трехслойного износостойкого ионно-плазменного покрытия, состоящего из верхнего слоя покрытия нитрида титана и нижнего слоя карбонитрида титана (пол. модель №23076, 7 С23С 14/ 32, опубл. 2002.05.20).

Наиболее близким к предлагаемому является инструмент с многослойным покрытием, содержащий инструментальную основу из твердого сплава и нанесенное на нее трехслойное износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из внешнего слоя покрытия нитрида титана TiN, нижнего слоя карбонитрида титана TiCN и дополнительно содержащий промежуточный слой, подвергнутый ионной бомбардировке.

В качестве материала промежуточного слоя выбран нитрид титана-алюминия TiAlN или нитрид титана - циркония NiZrN (пол. модели №№37721, 37722, 7 С23С 14/32, опубл. 2004.05.10). Основными недостатками таких покрытий является то, что упрочняющие покрытия, обладающие хорошей адгезией к инструментальному материалу, имеют относительно низкую твердость и уровень сжимающих напряжений, либо имеют высокую микротвердость, но недостаточную прочность сцепления с инструментальной основой. В результате этого покрытие легко подвергается абразивному износу, в нем быстро зарождаются и распространяются трещины, приводящие к разрушению покрытия, что снижает стойкость инструмента деформации.

Наибольший интерес при этом представляют методы, с помощью которых достигается значительное упрочнение поверхностных слоев инструмента. Основным достоинством поверхностной обработки инструмента является сочетание высокой твердости и прочности поверхностного слоя с вязкостью и высокой пластичностью основы изделия.

Значительный эффект поверхностного упрочнения достигается за счет повышения не только твердости, но и износо- и коррозионной стойкости рабочей поверхности инструмента деформации. Для реализации указанных достоинств в промышленных условиях представляют интерес методы упрочнения концентрированными потоками энергии, в том числе с использованием электрических разрядов.

Наиболее простым при этом является способ электроэрозионного легирования.

Электроэрозионное легирование особенно эффективно для повышения износостойкости инструмента деформации в условиях острейшего дефицита инструментальных сталей.

Технической результатом полезной модели является повышение работоспособности и стойкости инструмента деформации.

Технический результат при осуществлении полезной модели достигается тем, что на поверхность инструмента специальными электродами нанесено покрытие в виде трех легирующих электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют никелевый электрод, второй слой формируют из сплава, содержащего, масс. %: никель 25-40, хром 20-30, углерод 0,08-0,22, железо - остальное, а для формирования третьего слоя в качестве материала электрода используют хром, при этом толщина первого слоя составляет 0,2-0,35, а толщина второго слоя - 0,3-0,4 от общей толщины упрочненного слоя, кроме того электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 60-210 В, токе короткого замыкания 1,0-5,5 А, энергии импульсного разряда 1,5-8,5 Дж, частоте вибрации электрода-инструмента 50-200 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 150-450 с⁻¹ и амплитуде 10-110

мкм в течении удельного времени 1,5-8,0 мин/см², кроме того вибрирующий электрод обдувается охладителем, а в качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ.

Полезная модель поясняется чертежом - фиг.1, на котором показан инструмент с электроэрозионным покрытием.

Инструмент состоит из основного материала 1, выполненного из инструментальной стали и нанесенного электроэрозионного покрытия в виде трех слоев 2, 3 и 4, которые имеют разную твердость.

Для осуществления предлагаемого технического решения обрабатываемый инструмент подвергают электроэрозионной обработке известными способами. В зависимости от исходных физико-химических свойств обрабатываемой поверхности устанавливают режимы обработки и вид легирующего материала-электрода. В процессе электроэрозионного упрочнения материал электрода переносится на обрабатываемую поверхность инструмента, образуя слой высокопрочного покрытия из легирующего материала.

Преимущество заявляемого технического решения заключается в том, что качественный и количественный состав теплопроводного материала, используемого в качестве первого слоя 2, обеспечивает образование неограниченного твердого раствора с материалом инструмента 1, состав третьего слоя 4 образует неограниченный твердый раствор с материалом первого слоя 2, что в первом и во втором случае обеспечивает хорошую сцепляемость. Второй слой 3 является промежуточным между первым 2 и третьим 4 слоями.

Нанесение основного покрытия способствует более плавному изменению физико-механических свойств от покрытия к основе, что приводит к снижению градиента напряжений на границе между основой инструмента и нанесенным покрытием, к повышению прочности сцепления покрытия с инструментальной основой и, как следствие, к увеличению стойкости инструмента деформации при его эксплуатации.

Первый слой 2 покрытия, имеющий высокую жаростойкость до 1000°C и теплопроводность, соответствующую материалу детали инструмента 1, обеспечивает изменение внутреннего напряжения растяжения и напряжения сжатия, а также равномерность распределения толщины слоя покрытия.

Материал третьего слоя 4 обеспечивает повышенную износостойкость, локализацию пор покрытия (улучшает сплошность покрытия) и способствует быстрому периоду приработки.

Средний слой 3 является плавным переходом от первого 2 слоя к третьему 4 и способствует хорошей сцепляемости наносимых слоев.

В момент соприкосновения электрода с деталью инструмента возникают большие токи короткого замыкания и электрод начинает греться, и, если не производить охлаждение, то электрод может раскалиться и будет происходить налипание капелек материала электрода на инструмент.

Кроме того происходит окисление нагретого электрода за счет взаимодействия с кислородом воздуха, что приводит к быстрому износу электрода.

Для устранения этого недостатка предлагается производить охлаждение электрода охладителем. В качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ, который подают к электроду через специальное сопло.

Исследования режимов электроэрозионного легирования инструмента из инструментальных марок сталей с применением тугоплавких электродов типа ВК6, ВК8, ВК15, Т15К6, Ст, Ni, сормайт и др., показали, что наилучший эффект упрочнения инструмента был достигнут при нанесении первого (нижнего) слоя покрытия из никелевого электрода, второго (среднего) слоя из материала электрода, состоящего из, масс. %: никель 25-40, хром 20-30, углерод 0,08-0,22, железо - остальное и третьего (верхнего) слоя из материала электрода в виде хрома. Кроме того толщина первого слоя составляет 0,2-0,3, а толщина второго слоя - 0,3-0,4 от общей толщины упрочненного слоя.

Кроме того электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 60-210 В, токе короткого замыкания 1,0-5,5 А, энергии импульсного разряда 1,0-8,5 Дж, частоте вибрации электрода-инструмента 50-200 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 150-450 с⁻¹ и амплитудой 10-100 мкм в течении удельного времени 1,5-8,0 мин/см², кроме того вибрирующий электрод обдувается сжатым воздухом или нейтральным газом.

Заявляемые пределы параметров операций обосновываются следующим. Установлено, что при нанесении электроэрозионного покрытия с частотой вращения электрода-инструмента вокруг своей оси менее 150 с⁻¹ в течение удельного времени, большего 8,0 мин/см² невозможно достичь технического результата полезной модели, т.к. образуются слишком толстые слои, обладающие низкой адгезией с подложкой.

Увеличение частоты вращения свыше 450 с⁻¹ в течении удельного времени, меньшего 1,5 мин/см², приводит к образованию слишком тонких слоев, которые быстро изнашиваются. Также установлено, что для достижения технического

результата полезной модели кроме вибрации электрода-инструмента и вращения его вокруг своей оси, необходимо перемещать электрод-инструмент в поперечном и продольном направлении. Перемещение в каждом направлении с частотой менее 50 Гц и амплитудой менее 10 мкм не позволяет достичь технического результата, т.к. покрытие получается недостаточно толстым, сплошным и износостойким. Перемещение с частотой более 200 Гц и амплитудой более 100 мкм не приводит к увеличению толщины, сплошности и износостойкости и технически нецелесообразно..

Пример

Опытное опробование предлагаемого технического решения проводили на матрицах для прессования слитков. Предложенным решением была упрочнена партия матриц в количестве 35 шт.

Электроискровое покрытие матриц проводили при следующих параметрах:

- ток короткого замыкания, А	- 4,5
- напряжение холостого хода, В	- 120
- емкость конденсаторов, мкФ.	- 900
- энергия импульсного разряда, Дж	- 5,5
- частота вибрации электрода-инструмента, Гц	- 180
- частота вращения электрода-инструмента, с ⁻¹	- 400
- амплитуда движения электрода- инструмента, мкм	- 5-60
- охлаждение электрода	- сжатый воздух
- твердость материала инструмента, HRC	- 46
- твердость материала 1-го слоя, HRC	- 55
- твердость материала 2-го слоя, HRC	- 64
- толщина 1-го слоя покрытия, мкм	- 250
- толщина 2-го слоя покрытия, мкм	- 200
- сплошность покрытия, %	- 97

Было установлено, что общий уровень износостойкости инструмента деформации, упрочненного указанными сплавами, оказался значительно выше, чем у неупрочненных термозакаленных контрольных образцов.

Толщину нанесенного покрытия измеряли толщиномером МТ-41 НЦ, сплошность - микроскопом МИМ-8. Износостойкость покрытий определяли на стенде для испытания по схеме "вал-втулка" с частотой возвратно- вращательного движения вала 2,1 Гц, давлением в зоне контакта 27 МПа, углом качания 55° при скорости скольжения 6,5 см/с, использовали смазку ЦИАТИМ-200. Массу до и после испытаний измеряли на аналитических весах, коэффициент трения измеряли тензометрическим устройством.

Эффективность упрочненного инструмента деформации определяли по величине коэффициента повышения стойкости, определяемого как отношение стойкости инструмента с покрытием к стойкости инструмента с покрытием по методу способа- прототипа и к стойкости инструмента без упрочнения.

При нанесении электроэрозионного покрытия в зону контакта электрода с инструментом через специальное сопло подавали сжатый газ.

Данные по износостойкости приведены в таблице №1.

Таблица №1			
Способ упрочнения	Легирующий материал	Время работы инструмента, кол-во опрессовок	Коэффициент износостойкости
3-х слойное электроэрозионное	никель - (нижний) слой; никель 35, хром 25, углерод 0,12, железо - остальное (средний) слой; хром - (верхний) слой.	67	1,76
2-х слойное электроэрозионное	никель 55, хром 45 - нижний слой, хром - верхний слой	60	1,58
ионно-плазменное покрытие (по прототипу)	TiN - нижний слой TiAlN, NiZrN - средний слой, TiCN - верхний слой	48	1,25
однослойное электроэрозионное покрытие	хром	53	1,40
контрольные без упрочнения	-	38	1,00

Как видно из приведенных в таблице №1 данных, коэффициент износостойкости инструмента деформации, обработанного по предлагаемому техническому решению выше в 1,40-1,76 раза в сравнении с обычным термозакаленным инструментом без упрочнения и в 1,25 раза выше, чем обработанные по способу - прототипу.

Предлагаемое техническое решение позволяет существенно повысить стойкость инструмента деформации, а также сократить расход дорогостоящих инструментальных материалов, что существенно повышает эффективность применения инструмента.

Таким образом заявляемое техническое решение полностью выполняет поставленную задачу.

Достоинством данного технического решения является:

- высокая прочность сцепления нанесенного материала электрода с инструментальной основой за счет взаимного диффузионного механического

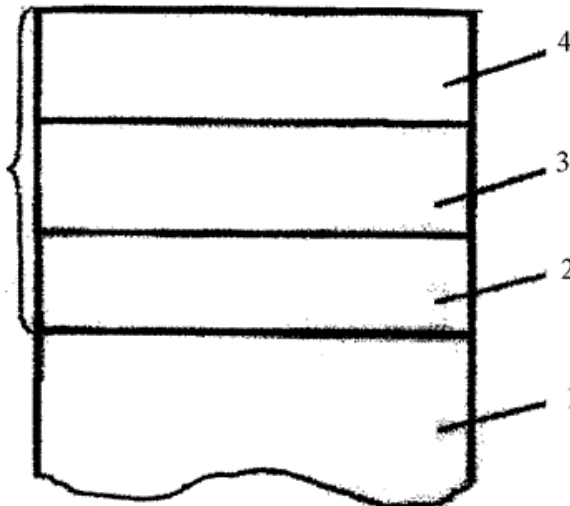
перемешивания;

- возможность локального нанесения покрытия без специальной защиты остальной поверхности;
- отсутствие изменений физико-механических свойств деталей.

Формула полезной модели

1. Инструмент деформации с многослойным покрытием, содержащий металлическую основу из твердого сплава и нанесенное на него упрочняющее покрытие, отличающийся тем, что упрочняющее покрытие выполнено в виде трех электроэрозионных слоев, имеющих разную твердость, причем для формирования первого слоя используют никелевый электрод, второй слой формируют из сплава, содержащего, мас. %: никель 25-40, хром 20-30, углерод 0,08-0,22, железо остальное, а для формирования третьего слоя в качестве материала электрода используют хром, при этом толщина первого слоя составляет 0,2-0,35, а толщина второго слоя 0,3-0,4 от общей толщины упрочненного слоя, кроме того, электроэрозионное покрытие наносят при следующих режимах: напряжении холостого хода 60-210 В, токе короткого замыкания 1,0-5,5 А, энергии импульсного разряда 1,5-8,5 Дж, частоте вибрации электрода-инструмента 50-200 Гц, частоте вращения электрода-инструмента вокруг своей оси 150-450 с⁻¹ и амплитуде 10-110 мкм в течение удельного времени 1,5-8,0 мин/см², кроме того, вибрирующий электрод обдувается охладителем.

2. Инструмент по п.1, отличающийся тем, что в качестве охладителя используют сжатый воздух или нейтральный газ.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

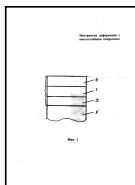
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **17.05.2009**

Дата публикации: [10.12.2011](#)